

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-251126

(43)Date of publication of application : 09.09.1994

(51)Int.Cl. G06F 15/62
G06F 3/153
G06F 15/72

(21)Application number : 05-036850 (71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 25.02.1993 (72)Inventor : USAMI YOSHIKI
TAKEUCHI RYOZO

(54) IMAGE SYNTHESIZING METHOD

(57)Abstract:

PURPOSE: To easily integrate a texture of a side photograph into a texture of an aerial photograph by allowing positions of the aerial photograph and the side photograph to correspond to each other in a matching processing of a camera parameter and executing a matching processing of the textures at the time of incorporating the side photograph into the aerial photograph.

CONSTITUTION: It is assumed that mesh data 2 and ridge line data 3 are derived in advance by aerial surveying based on an aerial photograph. Also it is assumed that an aerial texture 10 is data in which color information is arrayed such an aerial texture 10 is subjected to mapping as a texture on a topographical shape and a topographical model is generated beforehand. In such a state first of all in a matching processing of camera parameters of a photographing direction a photographing position etc. positions of the aerial photograph and the side photograph are allowed to correspond to each other. Subsequently in a matching processing of the texture an optimal position at the time of integrating the side photograph into the texture 10 of the aerial photograph is derived and an integration processing is executed.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] To formed data which divided a form of a display object into two or more polygons and data of height was made to correspond to each point which constitutes

each polygon and was created. It is the method of mapping aeronautical-navigation texture data for being created based on image data of aerial photograph and mapping in corresponding points of a subject. Under the view conditions as view conditions including a camera station of said side photograph and bearing of the exposure axis that it is the same when compounding image data based on a side photograph of a subject. Based on said formed data, perform rendering processing and CG (Computer Graphics) picture showing a geometric model of a display object is generated. Ask for a field which said each polygon occupies on this CG image and this field uses as side texture data a field occupied on a picture of said side photograph. Based on a correspondence relation which matches with said formed data, starts and is beforehand defined in mapping to said formed data of said aeronautical-navigation texture data. Said side texture data searches for a position arranged in said aeronautical-navigation texture data and a geometric conversion process which includes a rotation, parallel translation, expansion and reduction in said side texture data is performed. An image synthesizing method compounding to said aeronautical-navigation texture data.

[Claim 2] When asking for a field which said each polygon occupies on said CG image in claim 1, an image synthesizing method performing said geometric conversion process to side texture data corresponding to the polygon concerned and compounding to said aeronautical-navigation texture data only when all the points that constitute the polygon concerned are in a visible state on said view conditions.

[Claim 3] When asking for a field which said each polygon occupies on said CG image in claim 1, an image synthesizing method the polygon concerned computing area occupied on the CG image concerned, performing said geometric conversion process to side texture data corresponding to the polygon concerned only about a case where it becomes more than the threshold that this area defined beforehand and compounding to said aeronautical-navigation texture data.

[Claim 4] In claim 1, to said side texture data, a rotation, parallel translation. An image synthesizing method searching for a position arranged using the SSDA (Sequential Similarity Detection Algorithm) method when performing expansion and a geometric conversion process including reduction and compounding to said aeronautical-navigation texture data.

[Claim 5] In claim 1, the same view conditions as view conditions including a camera station of said side photograph and bearing of the exposure axis. In [give false view conditions view conditions which include a camera station of said side photograph and bearing of the exposure axis in the first place and whose outlines correspond, generate a CG image and] both images of said side photograph and the CG image concerned. Give a point of occupying the same position as corresponding points and view conditions which include a camera station of said CG image and bearing of the exposure axis in the second are made into a reference value. An image synthesizing method obtaining by setting up by calculating movement magnitude which contains

the amount of rotations of an imaging means of a side photograph for coinciding the CG image concerned and the amount of parallel translation in said side photograph. [Claim 6] To form data which divided displaying object geographical feature into two or more polygons and data of altitude was made to correspond to each point which constitutes each polygon and was created. It is the method of mapping aeronautical-navigation texture data for being created based on image data of aerial photograph and mapping in corresponding points of object geographical feature. Under the view conditions as view conditions including a camera station of said side photograph and bearing of the exposure axis that it is the same when compounding image data based on a side photograph of object geographical feature. Based on said formed data, perform rendering processing and CG (Computer Graphics) picture showing a geometric model of displaying object geographical feature is generated. Ask for a field which said each polygon occupies on this CG image and this field uses as side texture data a field occupied on a picture of said side photograph. Based on a correspondence relation which matches with said formed data, starts and is beforehand defined in mapping to said formed data of said aeronautical-navigation texture data. Said side texture data searches for a position arranged in said aeronautical-navigation texture data and a geometric conversion process which includes a rotation, parallel translation, expansion and reduction in said side texture data is performed. An image synthesizing method compounding to said aeronautical-navigation texture data.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] This invention is the method of generating the texture data for mapping in three-dimensional shape, especially geographical feature formed data, and relates to the texture merge art of having been suitable for especially use, such as a landscape simulation.

[0002]

[Description of the Prior Art] In order to display topographical data etc., the technique of mapping and displaying the texture data of aerial photograph etc. on formed data is performed as shown in JP3-75682A.

[0003] However, for example like a landscape simulation from the viewpoint near the ground in generating the image of geographical feature, usually the information about a texture runs short only with aerial photograph.

[0004] Especially in the portion which can be observed only as a small area like the geographical feature of a steep incline when it is seen from the sky, when texture information runs short and a landscape simulation is performed, an unnatural image is generated.

[0005]Then in the conventional landscape simulation For example Three Dimensional Terrain Modeling and. As the 211st page is described from the 210th page of Display for Environmental Assessment ACM Computer Graphics Volume 23 and Number 3 (1989) "About the object which has the geographical feature of a steep incline the texture of the objective side is acquired separately the texture of this side is mapped on the object concerned and video information is generated on it.

[0006]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] By the way although it is possible to use the texture of the side of an object body and to generate a real image in the above-mentioned conventional technology The work which the relation between the texture of aerial photograph and the texture of a side photograph is not defined but adjusts a delicate position shape etc. in the joining section of both texture and takes the compatibility of both textures is required.

[0007] Then the purpose of this invention is to associate the texture of aerial photograph and a side photograph and to provide the means which incorporates the texture of a side photograph easily into the texture of aerial photograph.

[0008]

[Means for Solving the Problem] To achieve the above objects conducts matching of a camera parameter is performed and a camera parameter when a side photograph is taken is presumed. Conducts matching of a texture is performed at the time of inclusion of a side photograph to aerial photograph.

[0009] Specifically the following means can be considered.

[0010] To formed data which divided a form of a display object into two or more polygons and data of height was made to correspond to each point which constitutes each polygon and was created. It is the method of mapping aeronautical-navigation texture data for being created based on image data of aerial photograph and mapping in corresponding points of a subject Under the view conditions as view conditions including a camera station of said side photograph and bearing of the exposure axis that it is the same when compounding image data based on a side photograph of a subject Based on said formed data perform rendering processing and CG (Computer Graphics) picture showing a geometric model of a display object is generated Ask for a field which said each polygon occupies on this CG image and this field uses as side texture data a field occupied on a picture of said side photograph Based on a correspondence relation which matches with said formed data starts and is beforehand defined in mapping to said formed data of said aeronautical-navigation texture data It is an image synthesizing method which said side texture data searches for a position arranged in said aeronautical-navigation texture data performs a geometric conversion process which includes a rotation parallel translation expansion and reduction in said side texture data and compounds to said said aeronautical-navigation texture data.

[0011] All the points that constitute the polygon concerned when asking for a field

which said each polygon occupies on said CG image. Only when it is in a visible state on said view conditions an image synthesizing method which performs said geometric conversion process to side texture data corresponding to the polygon concerned and is compounded to said said aeronautical-navigation texture data is also preferred.

[0012] When asking for a field which said each polygon occupies on said CG image the polygon concerned computes area occupied on the CG image concerned. An image synthesizing method which performs said geometric conversion process to side texture data corresponding to the polygon concerned and is compounded to said said aeronautical-navigation texture data only about a case where it becomes more than the threshold that this area defined beforehand is also preferred.

[0013] To said side texture data a rotation parallel translation expansion. And when performing a geometric conversion process including reduction and compounding to said said aeronautical-navigation texture data an image synthesizing method which asks for a locating position using the SSDA (Sequential Similarity Detection Algorithm) method is also preferred.

[0014] The same view conditions as view conditions including a camera station of said side photograph and bearing of the exposure axis. In [give false view conditions view conditions which include a camera station of said side photograph and bearing of the exposure axis in the first place and whose outlines correspond generate a CG image and] both images of said side photograph and the CG image concerned. Give a point of occupying the same position as corresponding points and view conditions which include a camera station of said CG image and bearing of the exposure axis in the second are made into a reference value. An image synthesizing method acquired by setting up by calculating movement magnitude which contains the amount of rotations of an imaging means of a side photograph for coinciding the CG image concerned and the amount of parallel translation in said side photograph is also considered.

[0015] A means which made the above-mentioned display object geographical feature is also preferred.

[0016]

[Function] Although the purpose of this invention is attained by the above-mentioned means it is as follows when the operation is outlined. First the position of aerial photograph and a side photograph is matched in the conducts matching of camera parameters such as bearing of the exposure axis and a camera station.

[0017] And in the conducts matching of a texture the optimal position when building a side photograph into the texture of aerial photograph is searched for and inclusion processing is performed.

[0018] Thereby the texture data of the geographical feature aiming at composition with aerial photograph a side photograph and geographical feature formed data can be created.

[0019]

[Example] Hereafter although one example of this invention is shown in the flow chart

of drawing 1 before starting explanation of a flow chart the precondition for carrying out this invention is explained with reference to drawing 2 and drawing 3. In this example although composition of topographical data is explained it is applicable to various kinds of fields such as creating background data to the plant created for example by CAD etc. in order to evaluate a scene with the installation place of a plant. [0020] Drawing 2 is an explanatory view showing the composition of a topographical model.

How to generate the topographical model 5 is shown based on the aerial photograph 1.

[0021] The aerial photograph of the target geographical feature shall exist as the 1st premise and the mesh data 2 and the ridge line data 3 shall be called for by the aerial survey based on aerial photograph.

[0022] Here mesh data is the data which measured the altitude value 4 of geographical feature on each point classified in the shape of a mesh (lattice) and altitude data is beforehand called for from each of "the position of a white round head" in the figure.

[0023] On the other hand ridge line data is what continued in the shape of a polygonal line and measured altitude values such as a ridge line of geographical feature and a valley line and altitude data is beforehand called for from each of "the position of a black dot" in the figure.

[0024] These mesh data and ridge line data will be used and the outside of geographical feature can be expressed.

[0025] The aeronautical-navigation texture 10 is the data which arranged the RGB value (green and B of R are blue as for red and G) showing sexual desire news uses aerial photograph for a scanner etc. and creates this data. On geographical feature shape this aeronautical-navigation texture shall be mapped as a texture and a topographical model shall be created a priori.

[0026] Since configuration information such as mesh data is three-dimensional information it is expressed by the coordinate system of x-y-z. On the other hand since texture information including an aeronautical-navigation texture etc. is two-dimensional information it is expressed by the coordinate system of s-t.

[0027] Drawing 3 is an explanatory view of aerial photograph and a side photograph.

[0028] The 2nd premise is that the side photograph 7 of not only the aerial photograph 1 that photoed the geographical feature 9 like drawing 3 which is applicable with the aerial camera 6 but the geographical feature photoed with the side face cameras 8 from the horizontally near direction also exists.

[0029] Also in geographical feature from the sky since steep inclines cannot be observed and grasped with sufficient accuracy they aim at the improvement of grasp of a terrain intelligence using the information on the side of the target geographical feature.

[0030] this invention -- a side photograph -- a basis -- processing which compounds a **** texture in the texture based on aerial photograph is performed.

[0031]the above premises -- a basis -- with reference to **** and drawing 1 processing concerning this invention is explained in detail. First in Step 10 it is an outermost loop among the processing procedure loops concerning this invention and the processing in the following steps shows that only the number of the side photographs prepared beforehand is performed repeatedly.

[0032]A camera parameter is matched in Step 102.

[0033]The contents are shown with reference to the explanatory view of drawing 4.

[0034]Now the side photograph 7 as shown in drawing 4 shall be obtained about the geographical feature 9 which is an object. A camera parameter is set up and it is assumed that the standard CG (Computer Graphic) picture 15 as shown in drawing 4 is generated so that a user may use the topographical model 5 and may look being almost the same as that of a side photograph corresponding to this.

[0035]Although parameters such as bearing of the exposure axis, camera station and a lens characteristic can be considered, suppose temporarily that only bearing of the exposure axis is an unknown here at the camera parameter for example.

[0036]That is the characteristic of the camera station of a side photograph, a lens etc. is known and the standard CG image also doubles the parameter.

[0037]Since bearing of the exposure axis becomes settled with angle of rotation of the camera to each axis of coordinates when the three-dimensional (XYZ) coordinate system which makes a certain point in space the starting point is considered, a user operates only angle of rotation to each axis of coordinates and it should just obtain a standard CG image for example.

[0038]In this stage both do not need to be thoroughly in agreement and almost near bearing of the exposure axis should just be obtained. Let angle of rotation rx , ry and rz of the circumference of each axis of coordinates when this standard CG image is defined be the degree of reference angle.

[0039]And the amount of change from this degree of reference angle is calculated and it asks for final bearing of the exposure axis.

[0040]That is if which fluctuates the angle of rotation of rx , ry and rz it will ask for whether it is in agreement with a side photograph.

[0041]For this reason for example a user directs the corresponding points 16 which are points [be / it / under / picture / of both / correspondence].

[0042]for example -- the side -- a photograph -- " -- c -- zero -- " -- " -- c -- one -- " -- " -- c -- two -- " -- " -- c -- three -- " -- and -- " -- c -- four -- " -- a position -- respectively -- a standard -- a CG image -- " -- c -- zero -- ' -- " -- " -- c -- one -- ' -- " -- " -- c -- two -- ' -- " -- " -- c -- three -- ' -- " -- and -- " -- c -- four -- ' -- " -- a position -- considerable -- then -- saying -- as -- a mouse -- etc. etc. -- an input means -- using -- directing .

[0043]In this way if corresponding points are given the rotation procession which ties up both picture with the least square method will be searched for for example.

[0044]The details of the method are indicated from the 50th page to the 53rd page of

"mathematical [of 3 image comprehension--dimensional recognition]--" Morikita Shuppan (1990)etc.for example.

[0045]It explains a little per this.

[0046]Firstthe normalized homogeneous dimension coordinates express each corresponding points in the both images before rotation of a camera and after rotationand the unit string vector which calls this "N vector" describes.

[0047]Nextwhen corresponding points recognize P point existencefor examplesuppose that N vector " $m_1'--mp'$ " of each corresponding points moves to " m_1--mp " by rotation of a camera.

[0048]Heresince image data has an errorthe rotation procession R which usually becomes " $mk=R-mk'$ ($k= 1--p$)" does not necessarily exist.

[0049]Thensigma($mk-R-mk'$)² (sigma means the total which k attaches from 1 by p) calculates the rotation procession R used as the minimum using a least-squares methodand the rotation procession of a camera is searched for.

[0050]Therebymatching of a camera parameter in a side photograph and a standard CG image is performed. That isthe parameter of the camera of the side photograph and standard CG image which were given can be coincided.

[0051]Nextin Step 103it is the processing which performs the rendering of a CG image.

[0052]The processing is explained with reference to drawing 5.

[0053]Since the camera parameter which is in agreement with a side photograph at a front step is called forthis value is usedthe rendering of the topographical model is carried outand processing which generates CG rendering picture 11 is performed. The rendering also of the aeronautical-navigation texture is mapped and carried out at this time.

[0054]Nextcolor-matching (density correction) processing is performed in Step 104.

[0055]In the front stepCG rendering picture almost equal to a side photograph is acquired.

[0056]Howeversince the photographing time of aerial photograph and a side photograph differsa color tone is amended between a side photograph and CG rendering picture for the compositing process performed behind.

[0057]Concentration is amended so that the histogram of each R [of the RGB data which are sexual desire news]Gand B concentration may be computed and both histogram may specifically be in agreement about both picture.

[0058]Nextin Step 105the visible peak table 12 shown in drawing 5 is created.

[0059]It is memorized whether this table has a point (peak) which constitutes each mesh in a visible state in the present camera parameter.

[0060]What is called hidden surface elimination is carried out by the rendering processing in Step 103and only the peak in a visible state is left behind to CG rendering picture.

[0061]Thenit can be judged whether each peak is in a visible state from here.

[0062] In the visible peak table 12T shows a visible state and the peak where v_{avbvc} and v_d constitute a mesh respectively shows that there is "no F" in a visible state. In m_0 and m_1 which are three mesh of drawing 5 and m_2 since the two peaks have protruded only m_1 into the outside of the screen it will have the peak which is not in a visible state.

[0063] Next in Step 106 the mesh-size table 13 shown in drawing 5 is created.

[0064] This table memorizes a size when each mesh is projected on a screen. By the rendering processing in Step 103 since projection conversion processing is performed similarly information is searched for from CG rendering picture.

[0065] Since each mesh projected here has two diagonal lines it calculates such length on a two-dimensional picture and makes the diagonal line of the longer one a mesh size.

[0066] For example l_0 which is a diagonal line of the longer one in the case of the mesh m_0 is memorized on a mesh-size table.

[0067] Next Step 107 means repeating the processing in subsequent steps about each mesh and performing it.

[0068] Next in Step 108 the four peaks which constitute the mesh concerned judge whether all are visible states. Since a part of mesh exists in the outside of a screen or it is eliminated by hidden surface elimination also at the one peak when there is nothing to a visible state good correspondence of a side photograph and CG rendering picture cannot be performed.

[0069] Then it processes by excepting such a mesh beforehand.

[0070] With reference to the already created visible peak table except when both all the peaks of the mesh concerned are visible states specifically it moves to the following mesh without performing the following processings.

[0071] Next in Step 109 it is judged whether it is more than the threshold which the mesh size set up beforehand.

[0072] There is little amount of information of a texture about the mesh of places where the area occupied on a side photograph is small such as a place where geographical feature is flat and a distantly distant place.

[0073] Therefore about such a place even if it compounds the texture of the side to aerial photograph quantity of picture information can seldom be increased.

[0074] Then such a mesh also processes by excepting beforehand.

Thereby improvement in processing speed can be aimed at.

[0075] When it is below the threshold as which the size of the mesh concerned was beforehand determined with reference to the already created mesh-size table specifically it shifts to the processing for the following mesh without performing the following processings.

[0076] Next a side texture is started in Step 110.

[0077] This method is explained with reference to drawing 6.

[0078] First it asks for the picture element position which piles up a side photograph

and CG rendering picture for example where the four peaks v_a of a certain mesh m_0 and v_d are projected on the side photograph.

[0079] And let the field inside these peaks be the image data which is the target of logging.

[0080] Next in Step 111 reverse mapping (it is processing contrary to the usual mapping) of a texture is performed. This method is also explained with reference to drawing 6.

[0081] As drawing 2 showed the four peaks v_a shown in drawing 6 and v_d are $s-t$ coordinates and the coordinates of the corresponding texture are directed beforehand.

[0082] For example coordinates (s_2, t_2) shall match the peak v_b with coordinates (s_1, t_1) the peak v_c shall be matched with them and in the peak v_d the peak v_a shall be further matched with coordinates (s_3, t_3) by coordinates (s_0, t_0) .

[0083] It is made to coincide with the $s-t$ coordinate system of an aeronautical-navigation texture the side texture 14 started from the side photograph in this step 111 for the compositing process performed behind.

[0084] For that purpose a mapping process contrary to usual is carried out to the position which becomes settled with the $s-t$ coordinate value of the peak which set up beforehand the pixel information of the side photograph in four vertex positions first.

[0085] Although the information on a texture usually calls it a mapping process to search for the position projected on a screen at the time of image generation reverse processing will be performed exactly here.

[0086] Next about the pixel information inside the peak it interpolates by using a suitable interpolation type and what is called an interpolating process is performed and the reverse-mapped position is defined.

[0087] Thus a reverse mapping process is performed to a side texture from a side photograph for every mesh.

[0088] Next conducts matching of a texture is performed in Step 112.

[0089] Here as shown in drawing 7 matching of an aeronautical-navigation texture and a side texture is performed. And a side texture searches for a best applied position in an aeronautical-navigation texture. What is necessary is just to use the SSDA method (Sequential Similarity Detection Algorithm) as known well for example in order to perform such matching.

[0090] This is the method of being in the matching search range appointed beforehand making it moving and regarding a side texture as matching having been attained in a position with the smallest total (the "remainder" is called) of the difference both pixel value (concentration value R and B 's) as shown in drawing 7.

[0091] Thereby the influence by various errors of measurement can also be eliminated and the optimal position of a side texture at the time of compounding to an aeronautical-navigation texture can be searched for.

[0092] Next Step 113 estimates the matching result of a texture.

[0093]This evaluation is performed at the minimum of the remainder calculated at the front step 112.

[0094]When this value is larger than the threshold defined beforehand it shifts to the processing for the following mesh as that whose suitable matching was not completed.

[0095]And only in below a threshold the next compositing process is performed.

[0096]Next in Step 114 processing which compounds a side texture is performed to an aeronautical-navigation texture. In an aeronautical-navigation texture a side texture is compounded for every pixel in the position searched for using the SSDA method for example. In a compositing process the RGB value of the pixel concerned is altogether transposed to the value of a side texture. Of course it is also possible to perform processing which blends the RGB value of both images suitably.

[0097]The processing shown above enables it to compound a side texture with sufficient accuracy to an aeronautical-navigation texture.

[0098]

[Effect of the Invention]In this invention it is asking for the compositing position by two conducts matching a camera parameter and a texture.

Therefore there is an effect which can compound an aeronautical-navigation texture and a side texture with sufficient accuracy.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1]It is a flow chart showing processing concerning this invention.

[Drawing 2]It is an explanatory view of the composition of a topographical model.

[Drawing 3]It is an explanatory view of aerial photograph and a side photograph.

[Drawing 4]It is an explanatory view of matching of a camera parameter.

[Drawing 5]It is an explanatory view of the rendering of a CG image.

[Drawing 6]It is an explanatory view of the reverse mapping process of a texture.

[Drawing 7]It is an explanatory view of the conducts matching of a texture.

[Description of Notations]

1 [-- Altitude value] -- Aerial photograph 2 -- Mesh data 3 -- Ridge line data 4 5 [-- Side face cameras 9 / -- Geographical feature 10 / -- An aeronautical-navigation texture 11 / -- CG rendering picture 12 / -- A visible peak table 13 / -- A mesh-size table 14 / -- A side texture 15 / -- A standard CG image 16 / -- Corresponding points.] -- A topographical model 6 -- An aerial camera 7 -- A side photograph 8

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-251126

(43)公開日 平成6年(1994)9月9日

(51)Int.Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 6 F 15/62	3 6 0	8125-5L		
3/153	3 2 0 K	7165-5B		
15/72	4 5 0 A	9192-5L		

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 9 頁)

(21)出願番号 特願平5-36850

(22)出願日 平成5年(1993)2月25日

(71)出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72)発明者 宇佐美 芳明

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所日立研究所内

(72)発明者 武内 良三

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所日立研究所内

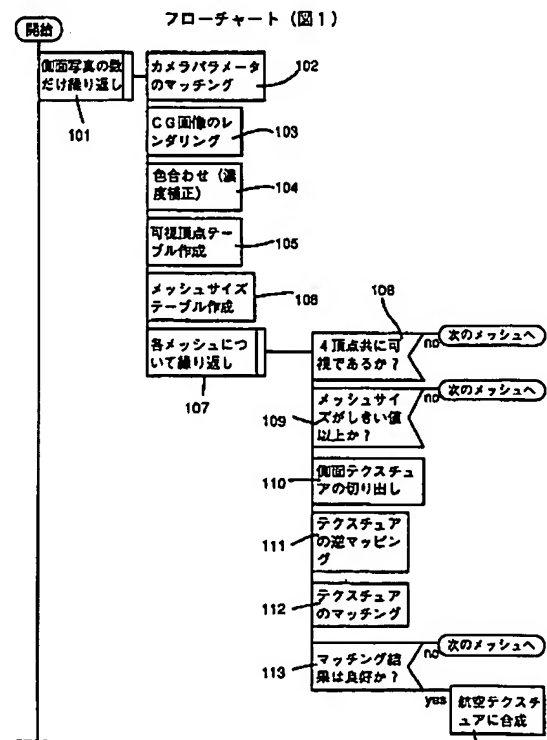
(74)代理人 弁理士 富田 和子

(54)【発明の名称】 画像合成方法

(57)【要約】

【目的】航空写真および側面写真のテクスチャの関連づけを行なって、航空写真のテクスチャの中に、容易に側面写真のテクスチャを組み込む方法を提供すること。

【構成】カメラパラメータのマッチング処理により、側面写真が撮影されたときのカメラパラメータの推定を行なって、航空写真と側面写真の位置の対応付けを行なう。さらに、航空写真への組み込み時には、テクスチャのマッチング処理を行なって、テクスチャを合成するときの、最適な位置を求め合成する。



【特許請求の範囲】

【請求項１】表示対象物の形を複数の多角形に分割し、各多角形を構成する各点に高さのデータを対応させ作成した形状データに、航空写真の画像データにもとづいて作成され、対象物の対応点にマッピングするための航空テクスチャデータをマッピングする方法であって、さらに、対象物の側面写真にもとづく画像データを合成する場合に、

前記側面写真の撮影位置、撮影方向を含む視野条件と同一の視野条件下で、前記形状データにもとづいてレンダリング処理を行って、表示対象物の形状モデルを表すＣＧ（Computer Graphics）画像を生成し、

該ＣＧ画像上で前記各多角形が占める領域を求め、該領域が前記側面写真の画像上で占める領域を側面テクスチャデータとし、前記形状データに対応付けして切り出し、

前記航空テクスチャデータの前記形状データへのマッピングにおいて予め定められている対応関係にもとづき、前記側面テクスチャデータが前記航空テクスチャデータ内において配置される位置を求め、

前記側面テクスチャデータに、回転移動、平行移動、拡大、および縮小を含む幾何学的変換処理を行い、前記航空テクスチャデータに合成することを特徴とする画像合成方法。

【請求項２】請求項１において、前記ＣＧ画像上で前記各多角形が占める領域を求める際、当該多角形を構成する点の全てが、前記視野条件において可視状態にある場合にのみ、当該多角形に対応する側面テクスチャデータに前記幾何学的変換処理を施し、前記航空テクスチャデータに合成することを特徴とする画像合成方法。

【請求項３】請求項１において、前記ＣＧ画像上で前記各多角形が占める領域を求める際、当該多角形が当該ＣＧ画像上に占める面積を算出し、該面積が予め定めたいしきい値以上となる場合についてのみ、当該多角形に対応する側面テクスチャデータに前記幾何学的変換処理を施し、前記航空テクスチャデータに合成することを特徴とする画像合成方法。

【請求項４】請求項１において、前記側面テクスチャデータに、回転移動、平行移動、拡大、および縮小を含む幾何学的変換処理を行い、前記航空テクスチャデータに合成する際に、ＳＳＤＡ（Sequential Similarity Detection Algorithm）法を使用して配置される位置を求めることを特徴とする画像合成方法。

【請求項５】請求項１において、前記側面写真の撮影位置、撮影方向を含む視野条件と同一の視野条件は、第一に、前記側面写真の撮影位置、撮影方向を含む視野条件と概略が一致するような疑似視野条件を与えてＣＧ画像を生成し、前記側面写真と当該ＣＧ画像の両画像において、同一位置を占める点に対応付けして、第一

に、前記ＣＧ画像の撮影位置、撮影方向を含む視野条件を基準値として、前記側面写真に当該ＣＧ画像を一致させるための、側面写真の撮像手段の、回転移動量、平行移動量を含む移動量を求めることにより設定することにより得ることを特徴とする画像合成方法。

【請求項６】表示対象地形を複数の多角形に分割し、各多角形を構成する各点に標高のデータを対応させ作成した形状データに、航空写真の画像データにもとづいて作成され、対象地形の対応点にマッピングするための航空テクスチャデータをマッピングする方法であって、さらに、対象地形の側面写真にもとづく画像データを合成する場合に、

前記側面写真の撮影位置、撮影方向を含む視野条件と同一の視野条件下で、前記形状データにもとづいてレンダリング処理を行って、表示対象地形の形状モデルを表すＣＧ（Computer Graphics）画像を生成し、

該ＣＧ画像上で前記各多角形が占める領域を求め、該領域が前記側面写真の画像上で占める領域を側面テクスチャデータとし、前記形状データに対応付けして切り出し、

前記航空テクスチャデータの前記形状データへのマッピングにおいて予め定められている対応関係にもとづき、前記側面テクスチャデータが前記航空テクスチャデータ内において配置される位置を求め、

前記側面テクスチャデータに、回転移動、平行移動、拡大、および縮小を含む幾何学的変換処理を行い、前記航空テクスチャデータに合成することを特徴とする画像合成方法。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

【産業上の利用分野】本発明は、３次元の形状、特に地形形状データにマッピングするためのテクスチャデータを生成する方法で、特に景観シミュレーション等の用途に適したテクスチャデータ合成技術に関する。

【０００２】

【従来の技術】地形データ等を表示するには、特開平３－７５６８２号公報に示されているように、形状データに航空写真のテクスチャデータ等をマッピングして表示する手法が行なわれている。

【０００３】しかしながら、例えば景観シミュレーションのように、地上近くの視点から、地形の映像を生成する場合には、航空写真だけでは、テクスチャに関する情報が不足するのが通常である。

【０００４】特に、急斜面の地形のように、上空から見た場合、小さい面積としてしか観測できない部分では、テクスチャ情報が不足し、景観シミュレーションを行った場合には、不自然な映像が生成される。

【０００５】そこで、従来の景観シミュレーションにおいて、例えば「Three Dimensional Terrain Modeling

and Display for Environmental Assessment” ACM Computer Graphics, Volume23, Number3 (1989)」の第210頁から第211頁において述べられているように、急斜面の地形を有する物体については、物体の側面のテクスチャを別途取得し、当該物体に、この側面のテクスチャをマッピングして、映像情報を生成している。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上記従来技術においては、対象物体の側面のテクスチャを使用し、リアルな映像を生成することが可能であるが、航空写真のテクスチャと側面写真のテクスチャとの関係が定義されておらず、両者のテクスチャの接合部分において、微妙な位置、形状等の調整を行い、両テクスチャの整合性をとる作業が必要である。

【0007】そこで、本発明の目的は、航空写真と側面写真のテクスチャの関連づけを行なって、航空写真のテクスチャの中に、容易に側面写真のテクスチャを組み込む手段を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、カメラパラメータのマッチング処理を行い、側面写真が撮影されたときのカメラパラメータの推定を行なう。さらに、航空写真への、側面写真の組み込み時には、テクスチャのマッチング処理を行なう。

【0009】具体的には、以下の手段が考えられる。

【0010】表示対象物の形を複数の多角形に分割し、各多角形を構成する各点に高さのデータを対応させ作成した形状データに、航空写真の画像データにもとづいて作成され、対象物の対応点にマッピングするための航空テクスチャデータをマッピングする方法であって、さらに、対象物の側面写真にもとづく画像データを合成する場合に、前記側面写真の撮影位置、撮影方向を含む視野条件と同一の視野条件下で、前記形状データにもとづいてレンダリング処理を行って、表示対象物の形状モデルを表すCG (Computer Graphics) 画像を生成し、該CG画像上で前記各多角形が占める領域を求め、該領域が前記側面写真の画像上で占める領域を側面テクスチャデータとし、前記形状データに対応付けして切り出し、前記航空テクスチャデータの前記形状データへのマッピングにおいて予め定められている対応関係にもとづき、前記側面テクスチャデータが前記航空テクスチャデータ内において配置される位置を求め、前記側面テクスチャデータに、回転移動、平行移動、拡大、および縮小を含む幾何学的変換処理を行い、前記前記航空テクスチャデータに合成する画像合成方法である。

【0011】また、前記CG画像上で前記各多角形が占める領域を求める際、当該多角形を構成する点の全てが、前記視野条件において可視状態にある場合にのみ、当該多角形に対応する側面テクスチャデータに前記幾

何学的変換処理を施し、前記前記航空テクスチャデータに合成する画像合成方法も好ましい。

【0012】また、前記CG画像上で前記各多角形が占める領域を求める際、当該多角形が当該CG画像上に占める面積を算出し、該面積が予め定めたしきい値以上となる場合についてのみ、当該多角形に対応する側面テクスチャデータに前記幾何学的変換処理を施し、前記前記航空テクスチャデータに合成する画像合成方法も好ましい。

【0013】また、前記側面テクスチャデータに、回転移動、平行移動、拡大、および縮小を含む幾何学的変換処理を行い、前記前記航空テクスチャデータに合成する際に、SSDA (Sequential Similarity Detection Algorithm) 法を使用して配置位置を求める画像合成方法も好ましい。

【0014】また、前記側面写真の撮影位置、撮影方向を含む視野条件と同一の視野条件は、第一に、前記側面写真の撮影位置、撮影方向を含む視野条件と概略が一致するような疑似視野条件を与えてCG画像を生成し、前記側面写真と当該CG画像の両画像において、同一位置を占める点を対応点として与え、第二に、前記CG画像の撮影位置、撮影方向を含む視野条件を基準値として、前記側面写真に当該CG画像を一致させるための、側面写真の撮像手段の、回転移動量、平行移動量を含む移動量を求めることにより設定することにより得る画像合成方法も考えられる。

【0015】上記表示対象物を、地形にした手段も好ましい。

【0016】

【作用】上記手段により本発明の目的は達成されるが、その作用を概説すると以下ようになる。まず、撮影方向、撮影位置等のカメラパラメータのマッチング処理において、航空写真と側面写真の位置の対応付けを行う。

【0017】そして、テクスチャのマッチング処理においては、側面写真を航空写真のテクスチャに組み込むときの、最適な位置を求め、組込処理を行う。

【0018】これにより、航空写真と側面写真と地形形状データとの合成を目的とした、地形のテクスチャデータを作成することができる。

【0019】

【実施例】以下、本発明の一実施例を図1のフローチャートに示すが、フローチャートの説明に入る前に、図2および図3を参照して、本発明を実施するための前提条件について説明する。なお、本実施例においては、地形データの合成について説明するが、例えばCAD等で作成したプラントに対し、プラントの据付け場所との景観を評価するために背景データを作成する等、各種の分野に応用できる。

【0020】図1は、地形データの合成を示した説明図

であり、航空写真1にもとづいて、地形モデル5を生成する方法を示している。

【0021】第1の前提として、対象となる地形の航空写真が存在し、航空写真にもとづく航空測量により、メッシュデータ2や、尾根線データ3が求められているものとする。

【0022】ここで、「メッシュデータ」とは地形の標高値4を、メッシュ（格子）状に区分けした各点にて計測したデータであり、同図では、「白丸の位置」の各々に対して、標高データが予め求められている。

【0023】一方、「尾根線データ」は、地形の尾根線や、谷線等の標高値を、折れ線状に連続して計測したもので、同図では、「黒丸の位置」の各々に対して、標高データが予め求められている。

【0024】このメッシュデータおよび尾根線データを使用して、地形の外形が表現できることになる。

【0025】また、航空テクスチャ10は、色情報を表すRGB値（Rは、赤、Gは、緑、Bは青である）を配列したデータで、航空写真をスキャナ等を使用し、かかるデータを作成する。かかる航空テクスチャを地形形状の上に、テクスチャとしてマッピングし、事前地形モデルを作成しておくものとする。

【0026】さらに、メッシュデータ等の形状情報は、3次元情報なので、 $x-y-z$ の座標系で表現する。一方、航空テクスチャ等のテクスチャ情報は、2次元情報なので、 $s-t$ の座標系で表現する。

【0027】図3は、航空写真と側面写真の説明図である。

【0028】第2の前提は、図3のような、対象となる地形9を、航空カメラ6にて撮影した航空写真1だけではなく、水平に近い方向から、側面カメラ8にて撮影した、地形の側面写真7も存在することである。

【0029】地形の中でも、急斜面等は、上空からは、精度良く観察、把握することができないので、対象となる地形の側面の情報を利用して、地形情報の把握の改善を図るものである。

【0030】本発明では、側面写真にもとづくテクスチャを、航空写真にもとづくテクスチャの中に、合成する処理を行なう。

【0031】以上のような前提にもとづき、図1を参照して、本発明にかかる処理を詳細に説明する。まず、ステップ101では、本発明にかかる処理手続きループのうち、最外側のループであり、以下のステップにおける処理は、予め用意された側面写真の数だけ繰り返し行なわれることを示している。

【0032】ステップ102では、カメラパラメータのマッチングを行なう。

【0033】その内容を、図4の説明図を参照して示す。

【0034】今、対象となる地形9について、図4に示

すような側面写真7が得られているものとする。これに対応して、ユーザが地形モデル5を使用して、側面写真とほぼ同じように見えるように、カメラパラメータを設定して、図4に示すような、基準CG（Computer Graphic）画像15が生成されているとする。

【0035】カメラパラメータには、例えば、撮影方向、撮影位置、レンズ特性等のパラメータが考えられるが、仮に、ここでは撮影方向だけが未知数であるとしておく。

【0036】つまり、側面写真の撮影位置、レンズ等の特性は既知であり、基準CG画像もパラメータを合わせておく。

【0037】撮影方向は、空間中のある点を原点とする3次元（ X, Y, Z ）の座標系を考えたとき、各座標軸に対してのカメラの回転角度により定まるので、例えば、各座標軸に対する回転角度のみを、ユーザが操作して基準CG画像を得ればよい。

【0038】また、この段階では両者が完全に一致している必要はなく、ほぼ近い撮影方向が得られていればよい。この基準CG画像を定めたときの、各座標軸回りの回転角度、 rx, ry および rz を基準角度とする。

【0039】そして、該基準角度からの変動量を求めて、最終的な撮影方向を求める。

【0040】即ち、 rx, ry および rz の回転角を、どれだけ増減すれば側面写真に一致するかを求める。

【0041】このために、例えば、ユーザは、両者の画像中に、対応する点である対応点16を指示する。

【0042】たとえば、側面写真の「 $c0$ 」、「 $c1$ 」、「 $c2$ 」、「 $c3$ 」、および「 $c4$ 」の位置は、それぞれ基準CG画像の「 $c0'$ 」、「 $c1'$ 」、「 $c2'$ 」、「 $c3'$ 」、および「 $c4'$ 」の位置に相当するということにより、マウス等の入力手段を用いて指示する。

【0043】こうして対応点が与えられると、例えば、最小二乗法により両者の画像を結び付ける回転行列が求められる。

【0044】その方法の詳細は、例えば、“画像理解—3次元認識の数理—”森北出版（1990）の第50頁から第53頁等に記載されている。

【0045】これにつき若干説明する。

【0046】まず、カメラの回転前および回転後の両画像における各対応点を、正規化した同次元座標により表現し、これを「Nベクトル」と称する単位列ベクトルにて記述する。

【0047】次に、対応点が例えばP点存在するとき、カメラの回転により各対応点のNベクトル「 m_1' 」, ..., m_p' 」が「 m_1 , ..., m_p 」に移るとする。

【0048】ここで、画像データは、誤差を有しているため、通常は「 $m_{k-1} - m_k'$ 」（ $k=1, \dots, n$ ）」

となる回転行列Rが存在するとは限らない。

【0049】そこで、最小2乗法を用いて、 $\sum (mk - R \cdot mk')^2$ (\sum は、kが1からpまでについての総和を意味する)が、最小となる回転行列Rを計算し、カメラの回転行列を求める。

【0050】これにより、側面写真と基準CG画像における、カメラパラメータのマッチングが行なわれる。すなわち、与えられた側面写真と基準CG画像とのカメラのパラメータを一致させることができる。

【0051】次に、ステップ103では、CG画像のレンダリングを行なう処理である。

【0052】図5を参照して、その処理について説明する。

【0053】前ステップにて、側面写真に一致するカメラパラメータが求められているので、この値を使用して、地形モデルをレンダリングし、CGレンダリング画像11を生成する処理を行なう。このとき、航空テクスチャもマッピングして、レンダリングする。

【0054】次に、ステップ104では、色合わせ（濃度補正）処理を行なう。

【0055】前ステップでは、側面写真にほぼ等しいCGレンダリング画像が得られている。

【0056】しかしながら、航空写真と側面写真の撮影時期が異なることもあり、後に行う合成処理のために、側面写真と、CGレンダリング画像との間で、色調の補正を行なう。

【0057】具体的には、両者の画像について、色情報であるRGBデータの各R、G、B濃度のヒストグラムを算出し、両者のヒストグラムが一致するように、濃度の補正を行なう。

【0058】次に、ステップ105では、図5に示す可視頂点テーブル12を作成する。

【0059】このテーブルは、各メッシュを構成する点（頂点）が、現在のカメラパラメータにおいて、可視状態にあるか否かを記憶したものである。

【0060】ステップ103におけるレンダリング処理により、いわゆる隠面処理がされて、可視状態にある頂点のみが、CGレンダリング画像に残されている。

【0061】そこで、ここから各頂点が可視状態にあるか否かを判定できる。

【0062】可視頂点テーブル12において、例えば、 v_a 、 v_b 、 v_c 、および v_d が、各々メッシュを構成する頂点で、「T」が可視状態を示し、「F」が可視状態にないことを示す。図5の3つのメッシュである、 m_0 、 m_1 、および m_2 においては、 m_1 だけ、2つの頂点がスクリーンの外側にはみ出しているため、可視状態にない頂点を有していることになる。

【0063】次に、ステップ106では、図5に示す、メッシュサイズテーブル13を作成する。

【0064】該テーブルは、各メッシュが、スクリーン

上に投影されたときの大きさを記憶したものである。ステップ103におけるレンダリング処理により、投影変換処理が行なわれているので、同じく、CGレンダリング画像から情報を求める。

【0065】ここに投影されている各メッシュは、2つの対角線をもつので、2次元の画像上でこれらの長さを計算し、長いほうの対角線をメッシュサイズとする。

【0066】例えば、メッシュ m_0 の場合には、長いほうの対角線である「i0」が、メッシュサイズテーブルに記憶される。

【0067】次に、ステップ107は、以降のステップにおける処理を、各メッシュについて繰り返す行なうことを意味している。

【0068】次に、ステップ108では、当該メッシュを構成する4頂点が、全て共に可視状態であるか否かを判定する。1頂点でも、可視状態にない場合には、メッシュの一部が、スクリーンの外側に存在するか、あるいは、隠面処理により消去されているので、側面写真とCGレンダリング画像の良好な対応が行えない。

【0069】そこで、予めこのようなメッシュを除外して、処理をする。

【0070】具体的には、すでに作成した可視頂点テーブルを参照して、当該メッシュの全ての頂点が共に可視状態である場合以外には、以下の処理を行わずに、つぎのメッシュに移る。

【0071】次に、ステップ109では、メッシュサイズが予め設定したしきい値以上であるか否かを判定する。

【0072】地形が平坦な場所、遠く離れた場所等、側面写真上で占める面積が小さい場所のメッシュについては、テクスチャの情報量が少ない。

【0073】したがって、このような場所については、側面のテクスチャを航空写真に合成しても、画像情報の量をあまり増やすことはできない。

【0074】そこで、このようなメッシュも、予め除外して処理をする。これにより処理速度の向上が図れる。

【0075】具体的には、すでに作成したメッシュサイズテーブルを参照して、当該メッシュのサイズが、予め定められたしきい値以下である場合には、以下の処理を行わずに、次のメッシュを対象とした処理に移る。

【0076】次に、ステップ110では、側面テクスチャの切り出しを行なう。

【0077】この方法は図6を参照して説明する。

【0078】まず、側面写真とCGレンダリング画像を重ね合わせて、例えば、あるメッシュ m_0 の4つの頂点 v_a 、 v_b 、 v_c 、および v_d が、側面写真上に投影されている画素位置を求める。

【0079】そして、これらの頂点の内部の領域を、切り出しの対象となる画像データとする。

【0080】次に、ステップ111では、テクスチャ

の逆マッピング（通常のマッピングと逆の処理である）を行なう。この方法も図6を参照して説明する。

【0081】図6に示された、4つの頂点 v_a 、 v_b 、 v_c 、および v_d は、図2で示したように、対応するテクスチャの座標を $s-t$ 座標で、予め指示されている。

【0082】例えば、頂点 v_a は座標 (s_0, t_0) に、頂点 v_b は、座標 (s_1, t_1) に、頂点 v_c は、座標 (s_2, t_2) に、さらに、頂点 v_d は、座標 (s_3, t_3) に、対応づけされているものとする。

【0083】このステップ111では、側面写真から切り出した側面テクスチャ14を、後に行う合成処理のために、航空テクスチャの $s-t$ 座標系に一致させるようにする。

【0084】そのためには、まず、4つの頂点位置にある側面写真の画素情報を、予め設定した頂点の $s-t$ 座標値で定まる位置へ、通常とは逆のマッピング処理をする。

【0085】画像生成時には、テクスチャの情報が、スクリーン上に投影される位置を求めることを、通常、マッピング処理と称するが、ここではちょうど逆の処理を行なっていることになる。

【0086】次に、頂点内部の画素情報については、適当な補間式を使用することによって補間し、いわゆる内挿処理を行なって、逆マッピングする位置を定める。

【0087】このようにして、各メッシュ毎に、側面写真から側面テクスチャに、逆マッピング処理を行なう。

【0088】次に、ステップ112では、テクスチャのマッチング処理を行なう。

【0089】ここでは、図7に示すように、航空テクスチャと側面テクスチャのマッチングを行う。そして、航空テクスチャの中で、側面テクスチャが最も良くあてはまる位置を求める。このようなマッチングを行なうためには、例えば、良く知られているようにSSDA法(Sequential Similarity Detection Algorithm)を利用すればよい。

【0090】これは図7に示すように、側面テクスチャを、予め定めたマッチング探索範囲内で移動せしめ、両者の画素値(R、G、Bの濃度値)の差の総和(「残差」と称する)が最も小さい位置において、マッチングが達成されたものと見なす方法である。

【0091】これにより、種々の測定誤差による影響も排除でき、航空テクスチャに合成する際の、側面テク

スチャの最適な位置を求めることができる。

【0092】次に、ステップ113では、テクスチャのマッチング結果の評価を行なう。

【0093】この評価は、前ステップ112で求めた、残差の最小値で行なう。

【0094】この値が、予め定めたしきい値よりも大きいとき、適切なマッチングができなかったものとして、次のメッシュを対象とした処理に移る。

【0095】そして、しきい値以下の場合のみ、次の合成処理を行なう。

【0096】次に、ステップ114では、航空テクスチャに側面テクスチャを合成する処理を行う。航空テクスチャの中で、例えば、SSDA法を使用して求めた位置に、側面テクスチャを、画素毎に合成する。合成処理では、当該画素のRGB値を、側面テクスチャの値に全て置き換える。もちろん、両画像のRGB値を適当にブレンドする処理を行うことも可能である。

【0097】以上に示した処理により、航空テクスチャに側面テクスチャを、精度良く合成することが可能となる。

【0098】

【発明の効果】本発明によれば、カメラパラメータとテクスチャの2つのマッチング処理により合成位置を求めているので、航空テクスチャと側面テクスチャを精度良く合成できる効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明にかかる処理を表すフローチャートである。

【図2】地形モデルの構成の説明図である。

【図3】航空写真と側面写真の説明図である。

【図4】カメラパラメータのマッチングの説明図である。

【図5】CG画像のレンダリングの説明図である。

【図6】テクスチャの逆マッピング処理の説明図である。

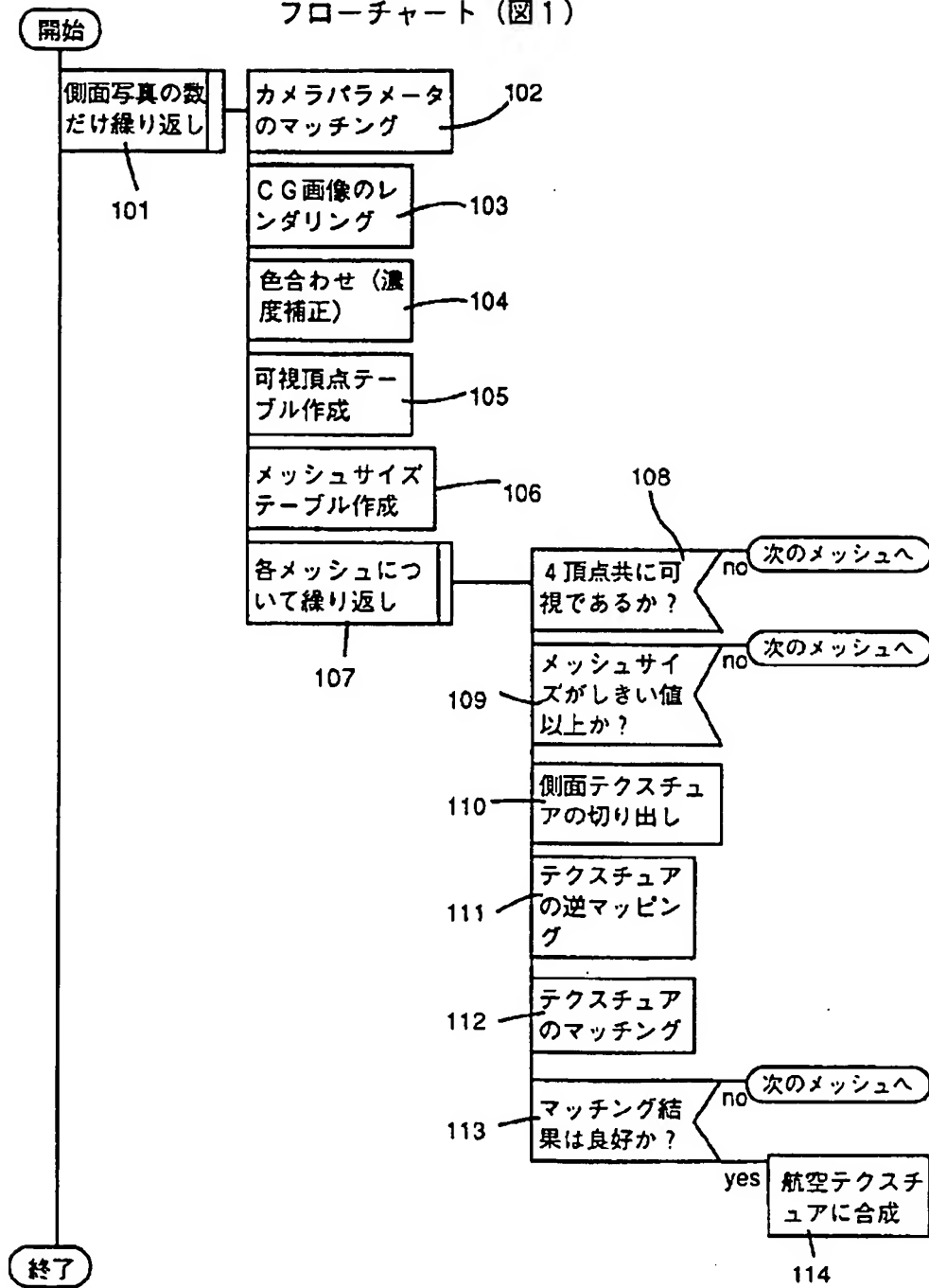
【図7】テクスチャのマッチング処理の説明図である。

【符号の説明】

1…航空写真、2…メッシュデータ、3…尾根線データ、4…標高値、5…地形モデル、6…航空カメラ、7…側面写真、8…側面カメラ、9…地形、10…航空テクスチャ、11…CGレンダリング画像、12…可視頂点テーブル、13…メッシュサイズテーブル、14…側面テクスチャ、15…基準CG画像、16…対応点。

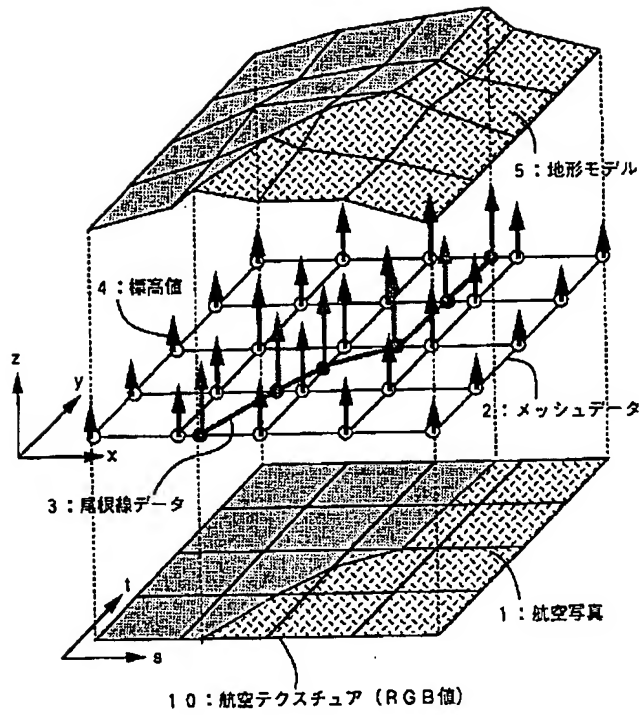
【図1】

フローチャート (図1)



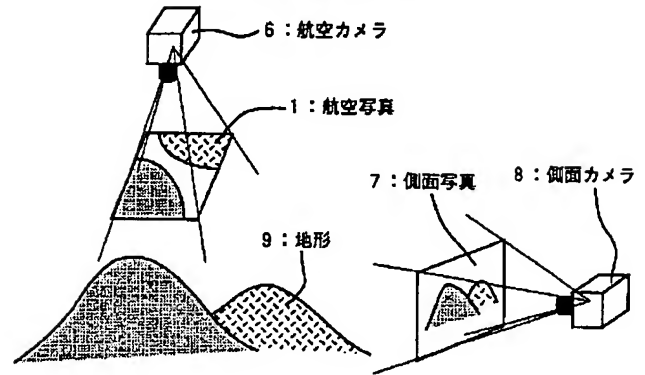
【図2】

地形モデルの構成 (図2)



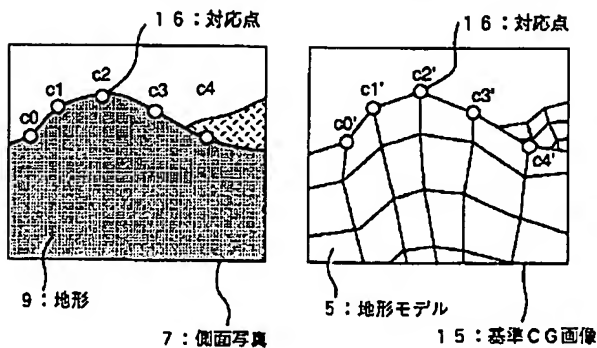
【図3】

航空写真と側面写真 (図3)



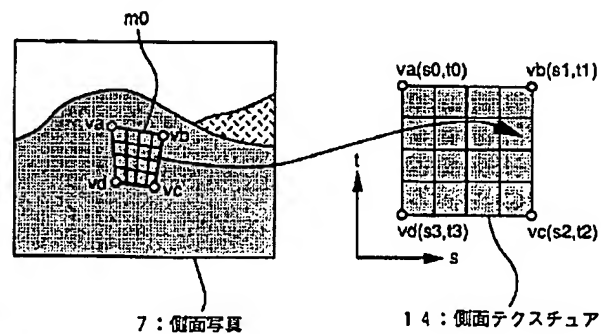
【図4】

カメラパラメータのマッチング (図4)



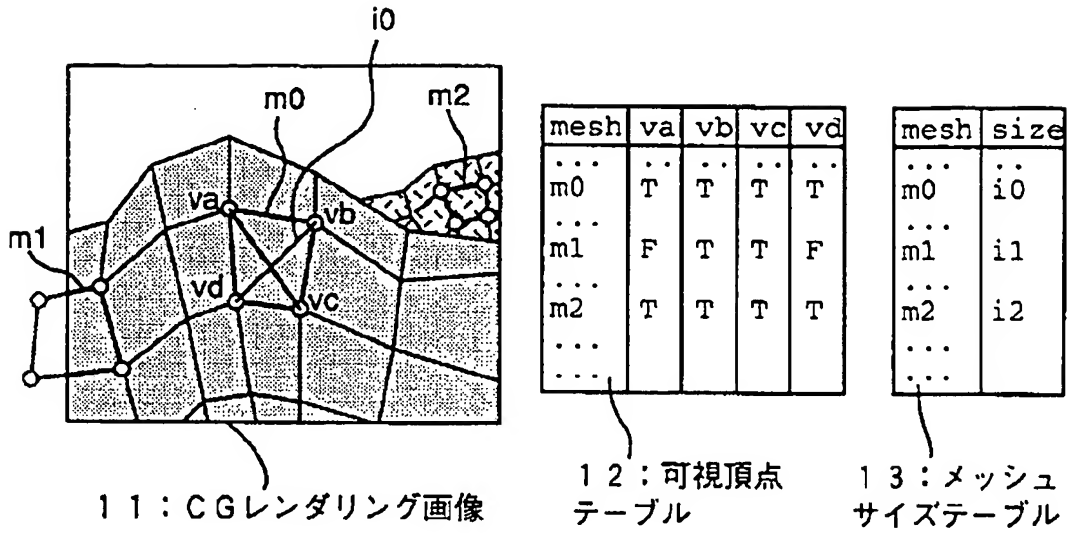
【図6】

テクスチャの逆マッピング (図6)



【図5】

CG画像のレンダリング (図5)



【図7】

テクスチャのマッチング (図7)

